

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-222450  
 (43)Date of publication of application : 18.08.1995

(51)Int.Cl. H02M 7/48  
 B60L 3/00  
 B60L 9/18  
 H02P 7/63

(21)Application number : 06-010435  
 (22)Date of filing : 01.02.1994

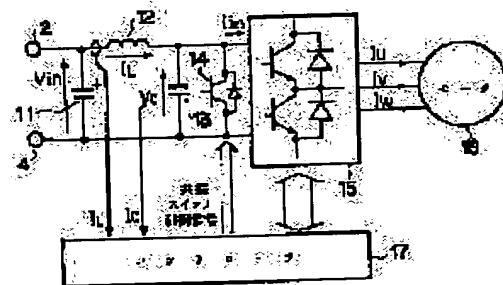
(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
 (72)Inventor : SUZUI KOSUKE

Best Available Copy

**(54) DC LINK PARALLEL RESONANCE-TYPE INVERTER****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To obtain a DC link parallel resonance-type inverter in which a current flowing in a resonance circuit is detected with good responsivity and which can control a resonance switch accurately.

**CONSTITUTION:** On the basis of a DC voltage which is applied between input terminals 2, 4, a resonance voltage waveform to be input and applied to an inverter circuit 15 is generated by a resonance circuit which includes a smoothing capacitor 11, a resonance coil 12, a resonance capacitor 13 and a resonance switch 14. A DC component in a voltage at both ends of the resonance coil 12 is removed by a high-pass filter, it is then integrated, and an AC component in a resonance current  $I_L$  is obtained. On the other hand, an AC component in an input current  $I_{in}$  is obtained by removing the DC component by the high-pass filter from the input current  $I_{in}$  which is computed by inverter output currents  $I_U$ ,  $I_V$ ,  $I_W$  and by an inverter switching pattern. Then, the resonance switch 14 is controlled so as to be turned on and off in such a way that the difference between the obtained AC component in the coil current  $I_L$  and the AC component in the input current  $I_{in}$  becomes a definite value. Thereby, a resonance voltage waveform is stabilized.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The resonance circuit which generates the resonance voltage wave of predetermined frequency based on the direct current voltage which consisted of an input terminal, and the resonance coil, resonant capacitor and resonance switch of the pair to which direct current voltage is impressed, and was impressed to said input terminal, When it consists of two or more switching elements to which said resonance voltage wave is impressed and this resonance voltage wave switches this switching element by the predetermined pattern in the period of zero The resonance current  $I_L$  which flows said resonance coil They are the inverter output currents  $I_U$ ,  $I_V$ , and  $I_W$  of a three-phase-circuit alternating current, using a part as an input current  $I_{in}$ . The inverter circuit to change, The 1st high-pass filter which is a \*\*\*\*\* DC link parallel resonance form inverter, and removes a dc component from the both-ends electrical potential difference of said resonance coil, It integrates with the output of this 1st high-pass filter, and is said resonance current  $I_L$ . The integrating circuit which outputs an alternating current component, The detection sensor which detects the current of two phases of the arbitration of said inverter output currents, The arithmetic circuit which computes said input current  $I_{in}$  based on the information which shows the inverter output current and said predetermined switching pattern of two detected phases, The 2nd high-pass filter which has the same cut-off frequency characteristics as said 1st high-pass filter, removes a dc component from the output of said arithmetic circuit, and outputs the alternating current component of an input current  $I_{in}$ , The resonance current  $I_L$  outputted from said integrating circuit The switching control circuit which controls turning on and off of said resonance switch so that the difference of an alternating current component and the alternating current component of the input current  $I_{in}$  outputted from said 2nd high-pass filter serves as constant value, DC link parallel resonance form inverter characterized by providing.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to DC link parallel resonance form inverter used for an electric vehicle etc. with respect to an inverter circuit.

[0002]

[Description of the Prior Art] The inverter for changing direct current voltage into alternating voltage is used in various fields. In order that the usual inverter may switch in the state of electrical-potential-difference impression, using direct current voltage as it is as input voltage, it is called a hard switching method, and since the currents generally set as the object of switching are about hundreds of A and a high current, when a several MHz noise occurs at the time of switching, for example, it uses for the motor of an electric vehicle, they have a bad influence also on reception of radio in many cases. Moreover, the power loss of the switching element in switching itself also increases, and there is also a problem of generation of heat.

[0003] It considers as the inverter improved that such a problem should be solved, and the so-called DC link parallel resonance form inverter is known. In this DC link parallel resonance form inverter, a resonance wave as shown in drawing 7 instead of the direct current voltage itself is used as input voltage. In this drawing, an axis of ordinate is the electrical potential difference VCE between collector emitters impressed to a switching element, and collector current IC. It is shown and an axis of abscissa shows time amount t.

[0004] As shown in this drawing, VCE only sets at the period a of zero, and it is collector current IC. By making it switch, the two above-mentioned problems, i.e., a noise, and the problem of generation of heat are solved. Since input voltage switches a switching element only in the period of zero, this method is also called a software switching method. Hereafter, this method is explained briefly.

[0005] Drawing 1 expresses the outline configuration of common DC link parallel resonance form inverter.

[0006] This is the resonance voltage VC as shows the direct current voltage Vin impressed to input terminals 2 and 4 to drawing 2 (a) by turning on and off of a smoothing capacitor 11, the resonance coil 12, a resonant capacitor 13, and the resonance switch 14. It is the configuration of becoming irregular and inputting into an inverter circuit 15. The alternating current IU and IV which drives a motor 16 in an inverter circuit 15, and IW It corresponds and 3 sets of switching elements are prepared (1 set is illustrated by a diagram). Control of the resonance switch 14 and control of the switching element of an inverter circuit 15 are performed by the controller 17. That is, each switching element in an inverter circuit 15 is turned on and off by the radical of control of a controller 17, and it is three-phase-circuit alternating current IU, IV, and IW. It is outputted.

[0007] Although the wave-like coil current IL as shown in the resonance coil 12 at drawing 2 (b) flows in this drawing, in order to maintain this resonance actuation, the resonance switch 14 is turned on by resonance voltage VC = 0, and it is = (IL - Iin) IOFF. It is necessary to control to turn off in the place which became. Iin is a current which flows into an inverter circuit 15, and is IOFF here. It is constant value. In addition, in this drawing, in order to simplify explanation, it expresses as Iin = 0.

[0008] The actuation of this circuit is as follows about.

[0009] VC = if the resonance switch 14 is turned on in the period B of 0 (close), it is the coil current IL. It increases in the shape of a straight line. And coil current IL Value IOFF with a fixed difference (IL - Iin) with an input current Iin If the resonance switch 14 is turned off in the place which became (open), resonance by LC resonance circuit will be performed in Period A. However, in order for the resonance wave to carry out sequential attenuation by resisted part of resonance coil 12 grade, the way things stand, it is necessary to make

the resonance switch 14 turn on again to fixed timing, i.e., the timing of  $VC=0$ , and to supply a current in a resonance circuit. (Therefore, the timing which makes resonance start, i.e.,  $(IL-I_{in}) = I_{OFF}$ , The becoming timing is important and, for that, it is the coil current  $IL$ . And it is necessary to detect an input current  $I_{in}$  correctly.)

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Such a coil current  $IL$ . And since the input current  $I_{in}$  contains DC component, in order to detect these, it can consider the approach using the current sensor using a hall effect. In the current sensor using such a hall effect, in order to usually raise the flux density produced according to the current, the core which consists of a magnetic steel sheet or amorphous \*\* is used in many cases.

[0011] By the way, in DC link parallel resonance form inverter, the property of dozens of kHz or more is required also as responsibility of current detection from resonance frequency being set as dozens of kHz.

[0012] However, since there is response delay of a core, the above-mentioned Hall sensor is not enough as a detection response characteristic to the above-mentioned frequency. Moreover, the sensor itself may produce generation of heat accompanying RF induction with the iron loss of a core, and it may result in breakage in the thing especially using a magnetic steel sheet.

[0013] This invention was made in order to solve this technical problem, it detects the current which flows in a resonance coil with sufficient responsibility, and aims at obtaining DC link parallel resonance form inverter which can control a resonance switch exactly.

[0014]

[Means for Solving the Problem] DC link parallel resonance form inverter concerning this invention The resonance circuit which generates the resonance voltage wave of predetermined frequency based on the direct current voltage which consisted of an input terminal, and the resonance coil, resonant capacitor and resonance switch of the pair to which direct current voltage is impressed, and was impressed to said input terminal, Consist of two or more switching elements to which said resonance voltage wave is impressed, and this resonance voltage wave sets at the period of zero. The resonance current  $IL$  which flows said resonance coil by switching this switching element by the predetermined pattern They are the inverter output currents  $I_U$ ,  $I_V$ , and  $I_W$  of a three-phase-circuit alternating current, using a part as an input current  $I_{in}$ . The inverter circuit to change, The 1st high-pass filter which is a \*\*\*\*\* DC link parallel resonance form inverter, and removes a dc component from the both-ends electrical potential difference of said resonance coil, It integrates with the output of this 1st high-pass filter, and is said resonance current  $IL$ . The integrating circuit which outputs an alternating current component, The detection sensor which detects the current of two phases of the arbitration of said inverter output currents, The arithmetic circuit which computes said input current  $I_{in}$  based on the information which shows the inverter output current and said predetermined switching pattern of two detected phases, The 2nd high-pass filter which has the same cut-off frequency characteristics as said 1st high-pass filter, removes a dc component from the output of said arithmetic circuit, and outputs the alternating current component of an input current  $I_{in}$ , The resonance current  $IL$  outputted from said integrating circuit It is characterized by providing the switching control circuit which controls turning on and off of said resonance switch so that the difference of an alternating current component and the alternating current component of the input current  $I_{in}$  outputted from said 2nd high-pass filter serves as constant value.

[0015]

[Function] It is the resonance current  $IL$  at integrating this invention with this, after removing the dc component of the both-ends electrical potential difference of a resonance coil. While an alternating current component is obtained, the alternating current component of an input current  $I_{in}$  is obtained from the inverter output current and a switching pattern by removing a dc component from the input current  $I_{in}$  computed by the operation. And acquired coil current  $IL$  The stable resonance voltage wave is acquired by controlling a resonance switch so that the difference of an alternating current component and the alternating current component of an input current  $I_{in}$  serves as constant value.

[0016] That is, by this invention, it is the resonance current  $IL$ . Without detecting an absolute value including a dc component in view of that the same dc component is contained in an input current  $I_{in}$ , and only the difference of both currents being related to control, it asked only for each alternating current component, and the desired end is attained by taking that difference.

[0017]

[Example] Based on a drawing, this invention is explained to a detail below.

[0018] Drawing 1 expresses the outline configuration of DC link parallel resonance form inverter in one example of this invention, gives the same sign to the same part as the conventional example ( drawing 8 ), and omits explanation suitably.

[0019] This circuit is the resonance voltage VC as shows the direct current voltage Vin impressed to input terminals 2 and 4 to drawing 2 (a) by turning on and off of a smoothing capacitor 11, the resonance coil 12, a resonant capacitor 13, and the resonance switch 14. It is the configuration of becoming irregular and inputting into an inverter circuit 15. Alternating current IU, IV, and IW which drives a motor 16 in an inverter circuit 15. It corresponds and 3 sets of switching elements are prepared (1 set is illustrated by a diagram).

[0020] Control of the resonance switch 14 and control of the switching element of an inverter circuit 15 are performed by the controller 17. That is, each switching element in an inverter circuit 15 is turned on and off by the radical of control of a controller 17, and it is three-phase-circuit alternating current IU, IV, and IW. It is outputted.

[0021] Although the wave-like coil current IL as shown in the resonance coil 12 at drawing 2 (b) flows in this drawing, in order to maintain this resonance actuation, the resonance switch 14 is turned on by resonance voltage  $VC = 0$ , and it is  $=(IL-I_{in})$  IOFF. It is necessary to control to turn off in the place which became.  $I_{in}$  is a current which flows into an inverter circuit 15, and is IOFF here. It is constant value. In addition, in this drawing, in order to simplify explanation, it expresses as  $I_{in}=0$ .

[0022] This circuit operates about as follows.

[0023] VC = if the resonance switch 14 is turned on in the period B of 0 (close), it is the coil current IL. It increases in the shape of a straight line. And coil current IL Value IOFF with a fixed difference  $(IL-I_{in})$  with an input current  $I_{in}$  If the resonance switch 14 is turned off in the place which became (open), resonance by LC resonance circuit will be performed in Period A. However, in order for the resonance wave to carry out sequential attenuation by resisted part of resonance coil 12 grade, the way things stand, it is necessary to make the resonance switch 14 turn on again to fixed timing, i.e., the timing of  $VC = 0$ , and to supply a current in a resonance circuit. (Therefore, the timing which makes resonance start, i.e.,  $(IL-I_{in})$ , =IOFF, The becoming timing is important and, for that, it is the coil current IL. And it is necessary to detect an input current  $I_{in}$  correctly.)

[0024] Thus, the place by which it is characterized [ of this circuit ] although the fundamental configuration and actuation of this circuit are the same as that of the circuit of drawing 8 almost is the coil current IL which was explained in the conventional example. And the Hall sensor for detecting an input current  $I_{in}$  is not used. Information required to control the resonance switch 14 by this example Its attention is paid to the resonance coil 12 that it is the difference  $(IL-I_{in})$  of the flowing coil current IL and the input current  $I_{in}$  which flows into an inverter circuit 15. Coil current IL It does not carry out reaching and detecting the absolute value of an input current  $I_{in}$ , but only the alternating current component of both currents is detected, the difference is searched for, and it is the predetermined value IOFF about this. It is supposed by comparing that off timing control of the resonance switch 14 is performed. Hereafter, this point is considered in a detail.

[0025] Now and IL Considering the frequency component of  $I_{in}$ , the dozens of kHz high frequency component produced with the switching pattern (a change-over should put together) of each switching element in an inverter circuit 15 superimposes  $I_{in}$  on the direct-current component which flows into an inverter circuit 15.

[0026] On the other hand, it is IL. The dozens of kHz resonance current produced by the resonance circuit is further overlapped on  $I_{in}$ . Therefore, IL Only the common dc component and the dozens of kHz alternating current component will be contained in  $I_{in}$ . As mentioned above, since it is  $(IL-I_{in})$ , information required for control of the resonance switch 14 is IL. And it is necessary to get to know a dc component about neither of  $I_{in}$ . Therefore, it is not necessary to know both absolute value, and it will be sufficient, if only the alternating current component about each is detected and a difference is searched for.

[0027] Drawing 3 blocks and expresses the important section of the controller 17 for performing such control. First, both-ends electrical potential difference VL of the resonance coil 12 After inputting a direct-current integral into the high-pass filter (HPF) 21 which has a predetermined cut-off-frequency ( $f_0$ ) property and removing a dc component, it finds the integral by the integrating circuit 22, and it is the coil current IL. The alternating current component [IL] AC is taken out.

[0028] HPF21 and an integrating circuit 22 are realizable in operational amplifiers 31 and 32, resistance R1 -

R6, and the circuit that consists of a capacitor C, as shown in drawing 4 R> 4.

[0029] On the other hand,  $I_{in}$  is calculated as follows. That is, it detects by the current sensor with two common arbitration in the three-phase-circuit output current of an inverter circuit 15 (for example, IU and IW), and  $I_{in}$  is computed by the arithmetic circuit 23 from the switching pattern of the switching element in an inverter circuit 15 based on this. The switching pattern is stored in memory 27. And a direct-current integral is removed for the output of an arithmetic circuit 23 through above-mentioned HPF21 and HPF24 of the same property. Thereby, the alternating current component [ $I_{in}$ ] AC of an input current  $I_{in}$  is called for.

[0030] In addition, since the frequencies of the three-phase-circuit output current of an inverter circuit 15 are about hundreds of Hz and low frequency, they can use general current sensors, such as a hall device sensor.

[0031] The operation of  $I_{in}$  is specifically performed as follows. As now shown in an inverter circuit 15 at drawing 5, it is each output alternating current IU, IV, and IW. It shall correspond and the switching element 41-1, the group of 41-2, the group of 42-1 and 42-2, and the group of 43-1 and 43-2 shall be arranged, respectively. Here, the case where turn on a switching element 41-1 and 41-2 is turned on is shown in the condition "1", and the case where turn off a switching element 41-1 and 41-2 is turned on is shown in the condition "0." Suppose that it is the same also about the on-off pattern of other switching elements. According to this convention, there are eight patterns as shown in drawing 6 in the combination of switching of these switching elements.

[0032] For example, considering the pattern of (1, 1, 0), an input current  $I_{in}$  is given by the following (1) formula.

[0033]  $I_{in}=IU+IV-IW \dots (1)$

Moreover, by the pattern of (1, 0, 1), it becomes the following (2) types.

[0034]  $I_{in}=IU-IV+IW \dots (2)$

The same is said of the pattern of other patterns.

[0035] They are IU, IV, and IW here. In between, the relation of the following (3) types is realized.

[0036]  $IU + IV + IW = 0 \dots (3)$

Therefore, if two of three currents of arbitration are got to know, other one will be calculated and an input current  $I_{in}$  will be computed from (1), (2) types, etc. by this.

[0037] In addition, as a switching element, for example, a GTO (gate turnoff) component etc. is usable.

[0038] In this way, coil current  $I_L$  searched for The alternating current component [ $I_L$ ] AC and the alternating current component [ $I_{in}$ ] AC of an input current  $I_{in}$  are inputted into a subtractor 25, a difference is taken, and it is about the result, a reference value 28, i.e., IOFF, predetermined by the comparator 26. It compares and turning on and off of the resonance switch 14 is controlled by making the comparison result into a resonance switch control signal.

[0039] thus -- this example -- coil current  $I_L$  and -- while avoiding well the difficulty of calculating an absolute value including the dc component of an input current  $I_{in}$  -- information required for control -- it is only ( $I_L - I_{in}$ ) -- it can ask with a comparatively easy configuration.

[0040]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the DC link parallel resonance form inverter concerning this invention Resonance current  $I_L$  The same dc component is contained in an input current  $I_{in}$ . And so that it may ask only for each alternating current component and the difference may serve as constant value, since [ without detecting an absolute value including a dc component paying attention to only the difference of both currents being related to control ] a resonance switch is controlled The desired end can be attained avoiding effectively the problem of the badness of detection responsibility and generation of heat which are produced when special components, such as a hall device sensor, are used. That is, the resonance voltage wave by which it was stabilized for being impressed by the inverter circuit can be acquired by detecting the current which flows in a resonance coil with sufficient responsibility, and controlling a resonance switch exactly.

---

[Translation done.]

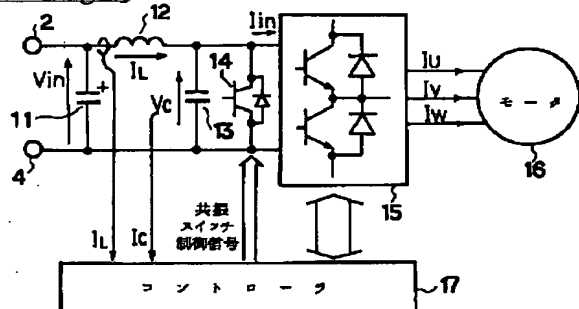
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

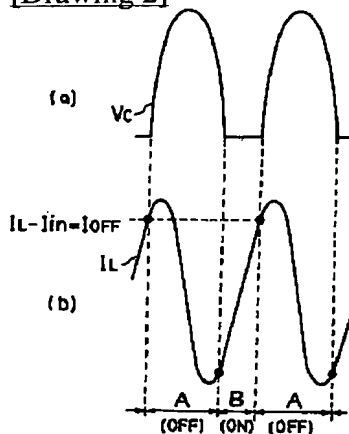
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

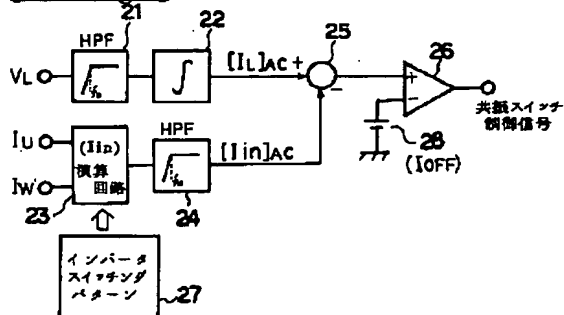
[Drawing 1]



[Drawing 2]



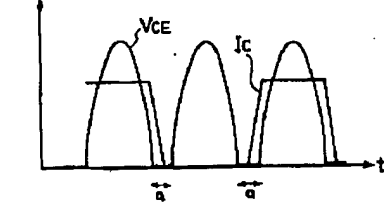
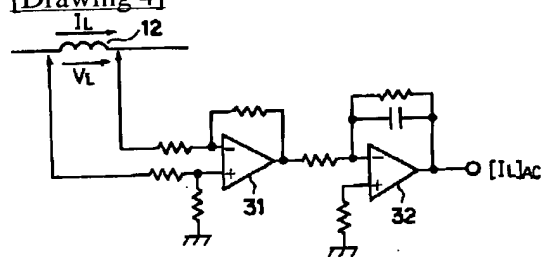
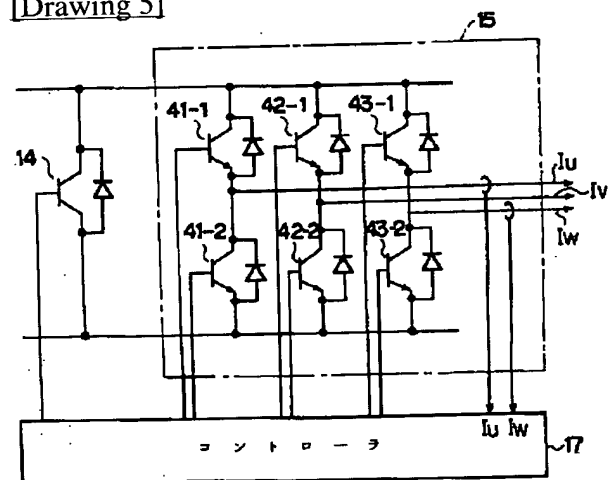
[Drawing 3]



[Drawing 6]

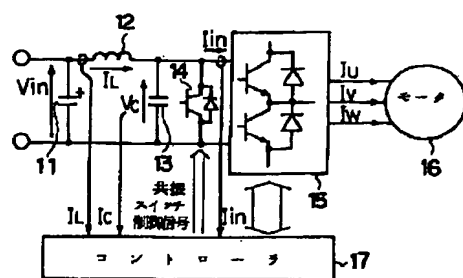
41	42	43
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

VCE, Ic

DirDI

10





[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-222450

(43) 公開日 平成7年(1995)8月18日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 M 7/48		A 9181-5H		
		M 9181-5H		
B 6 0 L 3/00		D 9380-5H		
9/18		A 9380-5H		
H 0 2 P 7/63	3 0 2	S		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-10435

(22) 出願日 平成6年(1994)2月1日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 鈴木 康介

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

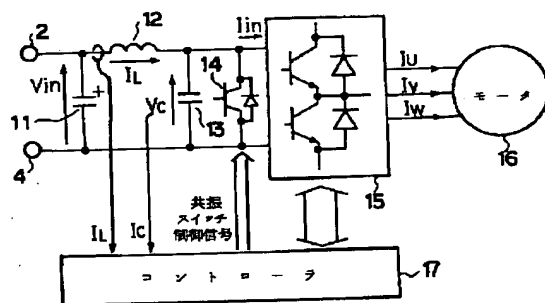
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 DCリンク並列共振形インバータ

(57) 【要約】

【目的】 共振コイルに流れる電流を応答性良く検出し、共振スイッチを的確に制御することができるDCリンク並列共振形インバータを得る。

【構成】 入力端子2、4間に印加される直流電圧を基に、平滑コンデンサ11、共振コイル12、共振コンデンサ13及び共振スイッチ14からなる共振回路によりインバータ回路15に入力印加するための共振電圧波形を生成する。共振コイル12の両端電圧の直流成分をハイパスフィルタで除去したのちこれを積分することで共振電流 $I_L$ の交流成分を得る一方、インバータ出力電流 $I_U$ 、 $I_V$ 、 $I_W$ とインバータスイッチングパターンとにより算出した入力電流 $I_{in}$ からハイパスフィルタで直流成分を除去することで入力電流 $I_{in}$ の交流成分を得る。そして、得られたコイル電流 $I_L$ の交流成分と入力電流 $I_{in}$ の交流成分との差が一定値となるように共振スイッチ14をオンオフ制御することにより、共振電圧波形を安定化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直流電圧が印加される一対の入力端子と、  
共振コイルと共振コンデンサと共振スイッチとから構成され、前記入力端子に印加された直流電圧を基に所定周波数の共振電圧波形を生成する共振回路と、  
前記共振電圧波形が印加される複数のスイッチング素子から構成され、該共振電圧波形がゼロの期間において該スイッチング素子を所定のパターンでスイッチングすることにより、前記共振コイルを流れる共振電流  $I_L$  の一部を入力電流  $I_{in}$  として 3 相交流のインバータ出力電流  $I_U, I_V, I_W$  に変換するインバータ回路と、  
を備えた DC リンク並列共振形インバータであって、  
前記共振コイルの両端電圧から直流成分を除去する第 1 のハイパスフィルタと、  
この第 1 のハイパスフィルタの出力を積分して前記共振電流  $I_L$  の交流成分を出力する積分回路と、  
前記インバータ出力電流のうちの任意の 2 つの相の電流を検出する検出センサと、  
検出された 2 つの相のインバータ出力電流と前記所定のスイッチングパターンを示す情報とを基に、前記入力電流  $I_{in}$  を算出する演算回路と、  
前記第 1 のハイパスフィルタと同一のカットオフ周波数特性を有し、前記演算回路の出力から直流成分を除去して入力電流  $I_{in}$  の交流成分を出力する第 2 のハイパスフィルタと、  
前記積分回路から出力された共振電流  $I_L$  の交流成分と前記第 2 のハイパスフィルタから出力された入力電流  $I_{in}$  の交流成分との差が一定値となるように前記共振スイッチのオンオフを制御するスイッチング制御回路と、  
を具備することを特徴とする DC リンク並列共振形インバータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はインバータ回路に係わり、例えば電気自動車等に用いられる DC リンク並列共振形インバータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 直流電圧を交流電圧に変換するためのインバータが様々な分野で実用されている。通常のインバータは、入力電圧として直流電圧をそのまま使い、電圧印加状態でスイッチングを行うため、ハードスイッチング方式とも呼ばれるが、一般にスイッチングの対象となる電流は数百アンペア程度と大電流であるため、スイッチング時に数 MHz のノイズが発生し、例えば電気自動車のモータに用いる場合にはラジオの受信にも悪影響を及ぼすことが多い。また、スイッチングにおけるスイッチング素子自体の電力損失も多くなり、発熱の問題もある。

【0003】 このような問題を解決すべく改良されたイ

ンバータとして、いわゆる DC リンク並列共振形インバータが知られている。この DC リンク並列共振形インバータでは、入力電圧として、直流電圧そのものではなく図 7 に示すような共振波形を用いる。この図で、縦軸はスイッチング素子に印加されるコレクタ・エミッタ間電圧  $V_C$  及びコレクタ電流  $I_C$  を示し、横軸は時間  $t$  を示す。

【0004】 この図に示すように、 $V_C$  がゼロの期間  $a$  においてのみコレクタ電流  $I_C$  を切り換えるようにすることにより、上記した 2 つの問題、すなわちノイズ及び発熱の問題が解消される。この方式は、スイッチング素子のスイッチングを入力電圧がゼロの期間でのみ行うことから、ソフトスイッチング方式とも呼ばれる。以下、この方式について簡単に説明する。

【0005】 図 1 は一般的な DC リンク並列共振形インバータの概略構成を表したものである。

【0006】 これは、入力端子 2 及び 4 に印加された直流電圧  $V_{in}$  を、平滑コンデンサ 11、共振コイル 12、共振コンデンサ 13 及び共振スイッチ 14 のオンオフによって図 2 (a) に示すような共振電圧  $V_C$  に変調し、インバータ回路 15 に入力する構成である。インバータ回路 15 内には、モータ 16 を駆動する交流電流  $I_U, I_V, I_W$  に対応して 3 組のスイッチング素子が設けられている（図では 1 組のみ図示）。共振スイッチ 14 の制御及びインバータ回路 15 のスイッチング素子の制御はコントローラ 17 により行われる。すなわち、インバータ回路 15 内の各スイッチング素子がコントローラ 17 の制御の基にオンオフされ、3 相交流電流  $I_U, I_V, I_W$  が出力されるようになっている。

【0007】 この図で、共振コイル 12 には図 2 (b) に示すような波形のコイル電流  $I_L$  が流れるが、この共振動作を維持するには、共振スイッチ 14 を共振電圧  $V_C = 0$  でオンし、 $(I_L - I_{in}) = 10FF$  となったところでオフするように制御する必要がある。ここで  $I_{in}$  はインバータ回路 15 に流れ込む電流であり、10FF は一定値である。なお、この図では、説明を簡単にするため、 $I_{in} = 0$  として表している。

【0008】 この回路の動作は、おおよそ以下の通りである。

【0009】  $V_C = 0$  の期間 B において共振スイッチ 14 をオン（閉）すると、コイル電流  $I_L$  は直線状に増加する。そして、コイル電流  $I_L$  と入力電流  $I_{in}$  との差  $(I_L - I_{in})$  が一定の値 10FF となったところで共振スイッチ 14 をオフ（開）すると LC 共振回路による共振が期間 A において行われる。しかし、このままでは共振コイル 12 等の抵抗分により共振波形が順次減衰していくため、一定のタイミング、すなわち  $V_C = 0$  のタイミングで再び共振スイッチ 14 をオンさせて電流を共振回路内に供給してやる必要がある。従って、共振を開始させるタイミング、すなわち  $(I_L - I_{in}) = 10FF$  と

なるタイミングが重要であり、このためには、コイル電流 $I_L$ 及び入力電流 $I_{in}$ を正確に検出する必要がある。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】このようなコイル電流 $I_L$ 及び入力電流 $I_{in}$ は、DC成分を含んでいるので、これらを検出するためにホール効果を利用した電流センサを用いる方法が考えられる。このようなホール効果を利用した電流センサでは、通常、電流によって生じた磁束密度を高めるために電磁鋼板やアモルファス等からなるコアが用いられることが多い。

【0011】ところで、DCリンク並列共振形インバータにおいては、共振周波数が数十KHzに設定されることから、電流検出の応答性としても数十KHz以上の特性が要求される。

【0012】しかしながら、上記したホールセンサではコアの応答遅れがあるため、上記した周波数に対して検出応答特性が十分ではない。また、コアの鉄損によりセンサ自体が高周波誘導に伴う発熱を生じ、特に電磁鋼板を用いたものでは、破損に至る場合もある。

【0013】この発明は、かかる課題を解決するためになされたもので、共振コイルに流れる電流を応答性良く検出し、共振スイッチを的確に制御することができるDCリンク並列共振形インバータを得ることを目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】この発明に係るDCリンク並列共振形インバータは、直流電圧が印加される一対の入力端子と、共振コイルと共振コンデンサと共振スイッチとから構成され前記入力端子に印加された直流電圧を基に所定周波数の共振電圧波形を生成する共振回路と、前記共振電圧波形が印加される複数のスイッチング素子から構成され該共振電圧波形がゼロの期間において該スイッチング素子を所定のパターンでスイッチングすることにより前記共振コイルを流れる共振電流 $I_L$ の一部を入力電流 $I_{in}$ として3相交流のインバータ出力電流 $I_U, I_V, I_W$ に変換するインバータ回路と、を備えたDCリンク並列共振形インバータであって、前記共振コイルの両端電圧から直流成分を除去する第1のハイパスフィルタと、この第1のハイパスフィルタの出力を積分して前記共振電流 $I_L$ の交流成分を出力する積分回路と、前記インバータ出力電流のうちの任意の2つの相の電流を検出する検出センサと、検出された2つの相のインバータ出力電流と前記所定のスイッチングパターンを示す情報とを基に前記入力電流 $I_{in}$ を算出する演算回路と、前記第1のハイパスフィルタと同一のカットオフ周波数特性を有し前記演算回路の出力から直流成分を除去して入力電流 $I_{in}$ の交流成分を出力する第2のハイパスフィルタと、前記積分回路から出力された共振電流 $I_L$ の交流成分と前記第2のハイパスフィルタから出力された入力電流 $I_{in}$ の交流成分との差が一定値となるように

前記共振スイッチのオンオフを制御するスイッチング制御回路と、を具備することを特徴とするものである。

#### 【0015】

【作用】この発明では、共振コイルの両端電圧の直流成分を除去したのちこれを積分することで共振電流 $I_L$ の交流成分が得られる一方、インバータ出力電流とスイッチングパターンとから演算により算出した入力電流 $I_{in}$ から直流成分を除去することで入力電流 $I_{in}$ の交流成分が得られる。そして、得られたコイル電流 $I_L$ の交流成分と入力電流 $I_{in}$ の交流成分との差が一定値となるよう共振スイッチを制御することにより、安定した共振電圧波形が得られる。

【0016】すなわち、この発明では、共振電流 $I_L$ と入力電流 $I_{in}$ に同一の直流成分が含まれていること、及び両電流の差のみが制御に関係することに鑑み、直流成分を含めた絶対値の検出をすることなく、それぞれの交流成分のみを求め、その差をとることで所期の目的を達成している。

#### 【0017】

【実施例】以下図面に基づき本発明を詳細に説明する。

【0018】図1は本発明の一実施例におけるDCリンク並列共振形インバータの概略構成を表したものであり、従来例(図8)と同一部分には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0019】本回路は、入力端子2及び4に印加された直流電圧 $V_{in}$ を、平滑コンデンサ11、共振コイル12、共振コンデンサ13及び共振スイッチ14のオンオフによって図2(a)に示すような共振電圧 $V_C$ に変調し、インバータ回路15に入力する構成である。インバータ回路15内には、モータ16を駆動する交流電流 $I_U, I_V, I_W$ に対応して3組のスイッチング素子が設けられている(図では1組のみ図示)。

【0020】共振スイッチ14の制御及びインバータ回路15のスイッチング素子の制御はコントローラ17により行われる。すなわち、インバータ回路15内の各スイッチング素子がコントローラ17の制御の基にオンオフされ、3相交流電流 $I_U, I_V, I_W$ が出力されるようになっていく。

【0021】この図で、共振コイル12には図2(b)に示すような波形のコイル電流 $I_L$ が流れるが、この共振動作を維持するには、共振スイッチ14を共振電圧 $V_C = 0$ でオンし、 $(I_L - I_{in}) = I_{OFF}$ となったところでオフするように制御する必要がある。ここで $I_{in}$ はインバータ回路15に流れ込む電流であり、 $I_{OFF}$ は一定値である。なお、この図では、説明を簡単にするため、 $I_{in} = 0$ として表している。

【0022】この回路は、おおよそ以下の通り動作する。

【0023】 $V_C = 0$ の期間Bにおいて共振スイッチ14をオン(閉)すると、コイル電流 $I_L$ は直線状に増加

する。そして、コイル電流  $I_L$  と入力電流  $I_{in}$  との差 ( $I_L - I_{in}$ ) が一定の値  $I_{OFF}$  となったところで共振スイッチ 14 をオフ (開) すると LC 共振回路による共振が期間 A において行われる。しかし、このままでは共振コイル 12 等の抵抗分により共振波形が順次減衰していくため、一定のタイミング、すなわち  $V_C = 0$  のタイミングで再び共振スイッチ 14 をオンさせて電流を共振回路内に供給してやる必要がある。従って、共振を開始させるタイミング、すなわち ( $I_L - I_{in}$ ) =  $I_{OFF}$  となるタイミングが重要であり、このためには、コイル電流  $I_L$  及び入力電流  $I_{in}$  を正確に検出する必要がある。

【0024】このように、本回路の基本的構成及び動作は図 8 の回路とほぼ同様であるが、本回路の特徴とするところは、従来例で説明したようなコイル電流  $I_L$  及び入力電流  $I_{in}$  を検出するためのホールセンサを使用しない。本実施例では、共振スイッチ 14 を制御するのに必要な情報は、共振コイル 12 を流れるコイル電流  $I_L$  とインバータ回路 15 に流れ込む入力電流  $I_{in}$  との差 ( $I_L - I_{in}$ ) であることに着目して、コイル電流  $I_L$  及び入力電流  $I_{in}$  の絶対値を検出することをせず、両電流の交流成分のみを検出してその差を求め、これを所定値  $I_{OFF}$  と比較することにより共振スイッチ 14 のオフタイミング制御を行うこととしている。以下、この点を詳細に考察する。

【0025】いま、 $I_L$  と  $I_{in}$  の周波数成分について考えると、 $I_{in}$  は、インバータ回路 15 に流れ込む直流電流成分にインバータ回路 15 内の各スイッチング素子のスイッチングパターン (切換の組合せ) によって生ずる数十 KHz の高周波成分が重畳したものである。

【0026】一方、 $I_L$  は、 $I_{in}$  に更に、共振回路によって生ずる数十 KHz の共振電流が重畳したものである。従って、 $I_L$  と  $I_{in}$  には共通の直流成分と数十 KHz の交流成分のみが含まれていることとなる。上記のように、共振スイッチ 14 の制御に必要な情報は ( $I_L - I_{in}$ ) であるので、 $I_L$  及び  $I_{in}$  のいずれについても直流成分を知る必要がない。従って、両者の絶対値を知る必要はなく、それぞれについての交流成分のみを検出して差を求めれば足りることとなる。

【0027】図 3 は、このような制御を行うためのコントローラ 17 の要部をブロック化して表したものである。まず、共振コイル 12 の両端電圧  $V_L$  の直流積分を所定のカットオフ周波数 ( $f_0$ ) 特性を有するハイパスフィルタ (HPF) 21 に入力して直流成分を除去したのち、積分回路 22 により積分してコイル電流  $I_L$  の交流成分 ( $I_L$ ) AC を取り出す。

【0028】HPF 21 及び積分回路 22 は、例えば図 4 に示すように、演算増幅器 31、32、抵抗  $R_1 \sim R_6$ 、コンデンサ C からなる回路で実現することができる。

【0029】一方、 $I_{in}$  は次のようにして求める。すな

わち、インバータ回路 15 の 3 相出力電流のうちの任意の 2 つ (例えば、 $I_U$  と  $I_W$ ) を一般的な電流センサで検出し、これを基にインバータ回路 15 内のスイッチング素子のスイッチングパターンから  $I_{in}$  を演算回路 23 により算出するのである。スイッチングパターンは、例えばメモリ 27 に格納しておく。そして、演算回路 23 の出力を上記の HPF 21 と同一特性の HPF 24 を通して直流積分を除去する。これにより、入力電流  $I_{in}$  の交流成分 ( $I_{in}$ ) AC が求められる。

【0030】なお、インバータ回路 15 の 3 相出力電流の周波数は数百 Hz 程度と低周波数であるため、例えばホール素子センサ等の一般的な電流センサを用いることができる。

【0031】 $I_{in}$  の演算は、具体的には次のように行う。いま、インバータ回路 15 内には、図 5 に示すように、各出力交流電流  $I_U$ 、 $I_V$ 、 $I_W$  に対応してそれぞれスイッチング素子 41-1 と 41-2 の組、42-1 と 42-2 の組、及び 43-1 と 43-2 の組が配置されているものとする。ここで、スイッチング素子 41-1 をオンし 41-2 をオフする場合を状態 "1" で示し、スイッチング素子 41-1 をオフし 41-2 をオンする場合を状態 "0" で示す。他のスイッチング素子のオンオフパターンについても同様とする。この約束によれば、これらのスイッチング素子のスイッチングの組合せには、図 6 に示すような 8 つのパターンがある。

【0032】例えば、(1, 1, 0) のパターンを考えると、入力電流  $I_{in}$  は次の (1) 式で与えられる。

$$【0033】I_{in} = I_U + I_V - I_W \cdots (1)$$

また、(1, 0, 1) のパターンでは次の (2) 式となる。

$$【0034】I_{in} = I_U - I_V + I_W \cdots (2)$$

その他のパターンのパターンも同様である。

【0035】ここに、 $I_U$ 、 $I_V$ 、 $I_W$  の間には次の (3) 式の関係が成り立つ。

$$【0036】I_U + I_V + I_W = 0 \cdots (3)$$

従って、3 つの電流のうち任意の 2 つを知れば他の 1 つも求められ、これにより (1)、(2) 式等から入力電流  $I_{in}$  が算出されることとなる。

【0037】なお、スイッチング素子としては例えば GTO (ゲートターンオフ) 素子等が使用可能である。

【0038】こうして求めたコイル電流  $I_L$  の交流成分 ( $I_L$ ) AC と入力電流  $I_{in}$  の交流成分 ( $I_{in}$ ) AC を減算器 25 に入力して差をとり、その結果を比較器 26 で所定の基準値 28 すなわち  $I_{OFF}$  と比較し、その比較結果を共振スイッチ制御信号として共振スイッチ 14 のオンオフを制御する。

【0039】このように、本実施例では、コイル電流  $I_L$  及び入力電流  $I_{in}$  の直流成分を含めた絶対値を求めることの困難性をうまく回避しつつ、制御に必要な情報である ( $I_L - I_{in}$ ) のみを比較的簡単な構成で求めるこ

とができる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るDCリンク並列共振形インバータによれば、共振電流 $I_L$ と入力電流 $I_{in}$ に同一の直流成分が含まれていること、及び両電流の差のみが制御に関係することに着目し、直流成分を含めた絶対値の検出をすることなく、それぞれの交流成分のみを求め、その差が一定値となるよう共振スイッチを制御することとしたので、ホール素子センサ等の特別な素子を用いた場合に生ずる検出応答性の悪さと発熱という問題を効果的に回避しつつ所期の目的を達成することができる。すなわち、共振コイルに流れる電流を応答性良く検出して共振スイッチを的確に制御することにより、インバータ回路に印加するための安定した共振電圧波形を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例におけるDCリンク並列共振形インバータの全体構成を示すブロック図である。

【図2】図1のDCリンク並列共振形インバータの動作を示す図である。

【図3】図1のDCリンク並列共振形インバータのコントローラの要部を示す概略構成図である。

【図4】図3におけるHPF 21及び積分回路22の具体例を示す回路図である。

【図5】図1におけるインバータ回路15の具体例を詳

細に示す回路図である。

【図6】インバータ回路のスイッチパターンを示す図である。

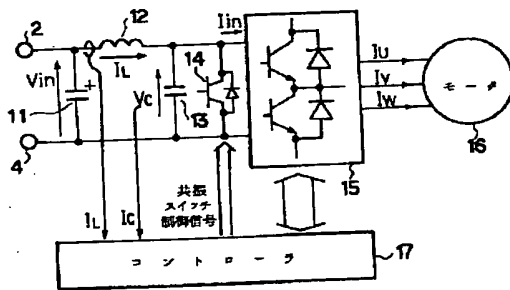
【図7】一般のDCリンク並列共振形インバータの基本的動作を示す図である。

【図8】従来のDCリンク並列共振形インバータを示すブロック図である。

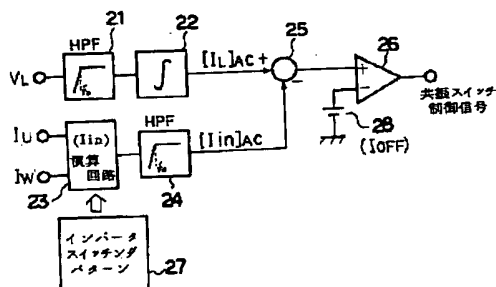
【符号の説明】

- 2, 4 入力端子
- 11 平滑コンデンサ
- 12 共振コイル
- 13 共振コンデンサ
- 14 共振スイッチ
- 15 インバータ回路
- 16 モータ
- 17 コントローラ
- 21, 24 ハイパスフィルタ
- 22 積分回路
- 23 演算回路
- 25 減算器
- 26 比較器
- 41-1, 41-2 スwitchング素子 ( $I_U$  用)
- 42-1, 42-2 スwitchング素子 ( $I_V$  用)
- 43-1, 43-2 スwitchング素子 ( $I_W$  用)

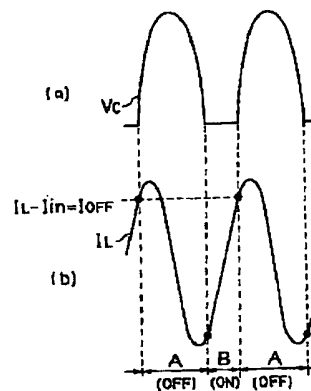
【図1】



【図3】



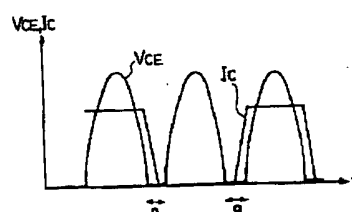
【図2】



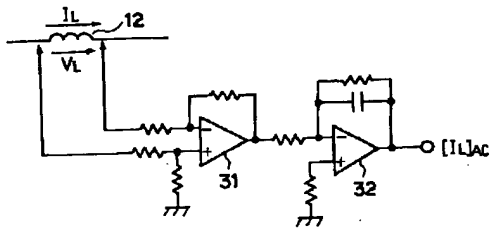
【図6】

41	42	43
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

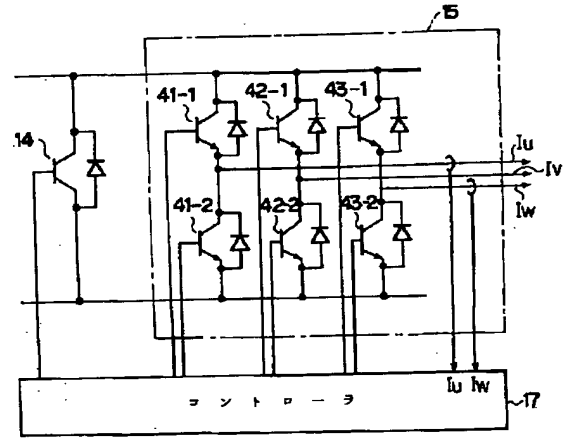
【図7】



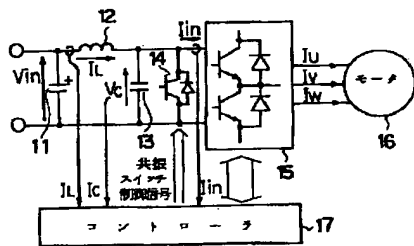
【図4】



【図5】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 0 2 P 7/63

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**